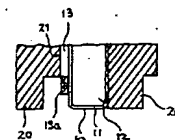
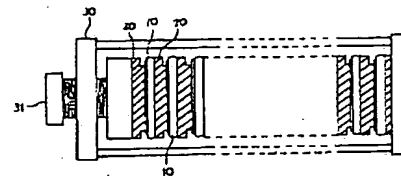


(54) SOI SUBSTRATE AND MANUFACTURE THEREOF

(11) 5-90545 (A) (43) 9.4.1993 (19) JP
 (21) Appl. No. 3-280851 (22) 30.9.1991
 (71) SHIN ETSU HANDOTAI CO LTD(1) (72) YASUAKI NAKAZATO(2)
 (51) Int. Cl.⁵ H01L27/12

PURPOSE: To effectively eliminate outer periphery having many voids, reduce dust generation quantity, and decrease the influence of damage and contamination in an element manufacturing process, by forming a thin film of Si single crystal, on a mirror surface wafer composed of Si single crystal having an Si oxide film on the whole surface.

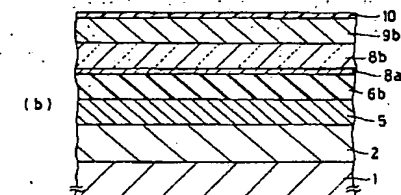
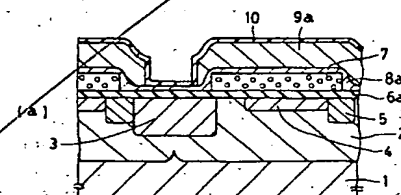
CONSTITUTION: An Si oxide film 11 is formed on the whole surface only of a base wafer 12 or of both the base wafer 12 and a bond wafer 13. After the base wafer 12 and the bond wafer 13 are bonded to each other by heating, the rear of the bond wafer 13 is turned into a thin film and subjected to mirror polishing. A plurality of bonded wafers 10 of obtained SOI structure and a plurality of spacers 20 having almost the same shape are alternately laminated and fixed with pressure. Then the laminate is dipped in etching solution whose main agent is strong alkali, and only the periphery 13a of the bonded wafer 10 is etched and eliminated. The spacer 20 is composed of alkali-proof material, and has an adhesion surface whose shape is a little smaller than the wafer in order to expose constant width of the outer periphery 13a of the bond wafer.

**(54) SOLID-STATE IMAGE SENSING ELEMENT**

(11) 5-90546 (A) (43) 9.4.1993 (19) JP
 (21) Appl. No. 3-108934 (22) 12.4.1991
 (71) NEC CORP (72) YASUTAKA NAKASHIBA
 (51) Int. Cl.⁵ H01L27/14

PURPOSE: To restrain the inversion of conductivity type under a metal film and the operation of a parasitic MOS transistor without deteriorating smear characteristics, by making an interlayer insulating film under a metal film for wiring thicker than the thickness of an interlayer insulating film in the vicinity of a photoelectric conversion region under a metal film for light shielding.

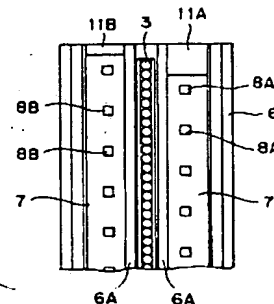
CONSTITUTION: After an interlayer insulating film 8a is formed, a photoelectric conversion region 3 and a photosensitive part having a charge transfer region 4 for transferring photoelectric conversion charge are coated with photo resist. A second comparatively thick interlayer insulating film 8b is selectively grown so as to have a desired thickness, in the part except the photosensitive part. After the photo resist is eliminated, metal films 9a, 9b, and a protective film 10 are formed, thereby obtaining a solid-state image sensing element. That is, the thicknesses of the interlayer insulating films 8a, 8b under the metal film 9b functioning as a wiring layer are made thicker than the interlayer insulating film 8a in the vicinity of the photoelectric conversion region 3 under the metal film 9a functioning as a light shielding film.

**(54) CONTACT TYPE IMAGE SENSOR**

(11) 5-90547 (A) (43) 9.4.1993 (19) JP
 (21) Appl. No. 3-249065 (22) 27.9.1991
 (71) CANON INC (72) MASAMI TABATA
 (51) Int. Cl.⁵ H01L27/14, H04N1/028

PURPOSE: To obtain a contact type image sensor capable of restraining density nonuniformity on read picture images which is generated from the arrangement of a light source array.

CONSTITUTION: In a close contact type image sensor provided with an imagery element row 3 arranged in a line, substrates 7 which are arranged at symmetric positions on both sides of the row 3 so as to be in parallel with each other, and have a plurality of point light sources 8A, 8B formed at specified intervals, and a photoelectric conversion element row which receives the reflected lights of the point light sources 8A, 8B from a manuscript, the substrates 7 are shifted in the direction of the row by one-half the interval of the point light sources 8A, 8B.



(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-90545

(43)公開日 平成5年(1993)4月9日

(51)Int.Cl.⁵

H01L 27/12

識別記号

庁内整理番号

8728-4M

FI

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数5(全13頁)

(21)出願番号 特願平3-280851

(22)出願日 平成3年(1991)9月30日

(71)出願人 000190149

信越半導体株式会社

東京都千代田区丸の内1丁目4番2号

(71)出願人 591037498

長野電子工業株式会社

長野県更埴市大字屋代1393番地

(72)発明者 中里 泰章

長野県更埴市大字屋代1393番地 長野電子工業株式会社内

(72)発明者 神田 貴裕

長野県更埴市大字屋代1393番地 長野電子工業株式会社内

(74)代理人 弁理士 ▲高▼野 俊彦

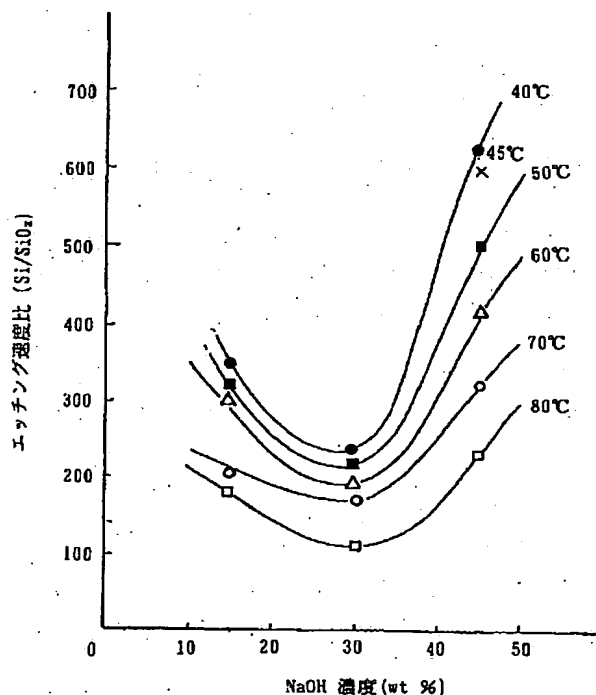
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 SOI基板及びその製造方法

(57)【要約】

【目的】 発塵の少ないSOI基板及びその製造方法を提供する。

【構成】 全表面にSi酸化膜を有するSi単結晶からなるベースウエーハ上にSi単結晶の薄膜を形成してSOI基板を構成する。その製造方法は、まずベースウエーハのみ又はベースウエーハ及びボンドウエーハ双方の全表面にSi酸化膜を形成させ、ベースウエーハとボンドウエーハとを接合して加熱接着した後、ボンドウエーハ背面を薄膜化してさらに鏡面研磨する。得られたSOI構造の接合ウエーハ複数枚と、この接合ウエーハとほぼ同一形状の複数枚のスペーサとを交互に積層して両側から加圧固定した後、強アルカリを主剤とするエッチング液に浸漬して接合ウエーハの周辺部のみをエッチング除去する。スペーサは、耐アルカリ性材料からなり、ボンドウエーハ外周部分の一定幅が露出するようにウエーハより幾分小さい形状の密着面を有するものを使用する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 全表面にSi酸化膜を有するSi単結晶からなる鏡面ウエーハ上にSi単結晶の薄膜を形成せしめたSOI基板。

【請求項2】 2枚のSi単結晶からなる鏡面ウエーハ（以下「ウエーハ」という。）のうちの一方は素子形成層の支持を目的とするベースウエーハ、他方は素子形成層となることを目的とするボンドウエーハとし、ベースウエーハのみ又はベースウエーハ及びボンドウエーハ双方の全表面にSi酸化膜を形成させた後、このベースウエーハの鏡面側とボンドウエーハの鏡面側どうしを重ねた状態で加熱することにより接着せしめ、次にボンドウエーハの背面を研削及び研磨することにより薄膜化してSOI構造を有する接合ウエーハとし、この接合ウエーハ複数枚と、この接合ウエーハとほぼ同じ形状の複数枚のスペーサとを、これらの主平面を対峙させながら交互に積層し、その両側より加圧固定した後、その周辺部のみをエッチング液中に浸漬しエッチングするにあたり、前記エッチング液は強アルカリを主剤とし、かつ前記スペーサは耐アルカリ性の材料を使用し、スペーサの形状は、ボンドウエーハ外周部分の一定幅が露出するようにウエーハより幾分小さい形状の密着面を有するものを使用して前記エッチングを行うことにより、全表面にSi酸化膜を有するベースウエーハ上にSi単結晶の薄膜を形成せしめたSOI基板を得ることを特徴とするSOI基板の製造方法。

【請求項3】 前記エッチング液はNaOH又はKOHを主剤とする水溶液である請求項2に記載のSOI基板の製造方法。

【請求項4】 前記スペーサのベースウエーハ側の接触面は、そのウエーハと同じ形状でその全面に密着し、またボンドウエーハ側の接触面は、そのウエーハ周辺の一定幅が露出するようウエーハより幾分小さい形状の密着面を有する、該スペーサの側視形状が凸型若しくは円錐台型のものである請求項2に記載のSOI基板の製造方法。

【請求項5】 前記スペーサはフッ素樹脂からなる請求項2ないし請求項4に記載のSOI基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、2枚のウエーハを接合してなるSOI基板とその製造方法に関する。

【0002】

【発明の背景技術】 SOI (Silicon On Insulator) とは、絶縁物支持体上にSiの単結晶層を形成させた半導体素子形成用の基板を指し、古くはサファイア支持体上にSi単結晶層をエピタキシャル成長させたSOS (Silicon On Sapphire) なる素子形成用基板が知られている。このSOS基板は、完全なる絶縁物支持体上に半導体素子を形成さ

せる型の基板としては理想的な構造のものである。

【0003】 この方式のものは、Siの結晶構造とは若干異なる結晶構造を有する支持体上にSi単結晶層を成長させるため、Si単結晶層の質は必ずしも良好ではない。しかも、エピタキシャル成長法を採用するため生産効率が悪いこと、高価なサファイアを使用するためコスト高になること等の理由により、その実用化は成功していない。

【0004】 しかし、近年は素子集積度の急速な高密度化や高耐圧化が進み、それに伴うラッチアップ防止対策の必要性も高まっており、これらに対応する手段及びその他の素子諸特性を水準以上にする手段として、SOI構造を有する素子形成用基板が見直されようとしている。

【0005】 そこで、前記SOS型基板の欠点を改良した方式として、2枚のウエーハの間にSi酸化膜（以下「酸化膜」という。）や耐熱性の絶縁体ガラス膜を介在させて接合したもの（以下「SOI基板」という。）がある。ただしその開発の歴史は比較的早く、特公昭39-17869、特公昭41-11422、特開昭48-40372、特公昭49-45195等が例示される。

【0006】 この種のSOI基板が注目されている理由は、第1に、量産と結晶品質の優れたCZ引上法単結晶によるウエーハを素材とすることで、素子形成を行うSi単結晶層の品質及びその半導体的特性の管理が容易となるからであり、第2は、素子の高密度化進展に伴い、ウエーハ表面の平坦化や清浄化技術の進歩が著しく、結果としてウエーハ接合力を主とする品質の大幅な改善が可能となってきたからである。

【0007】 このSOI基板は、2枚のウエーハのうちの一方を素子形成層の支持を目的とするベースウエーハ、他方を素子形成層となることを目的とするボンドウエーハとし、その一方又は双方のウエーハの鏡面側に、酸化膜又は例えばPSGやBSGのようなガラス質の絶縁体層を形成せしめて後、その鏡面部どうしを重ね合わせて数百℃以上の温度で熱処理し、強固に接着したウエーハ接合体を得た後、ボンドウエーハ側の接合部と対向する背面を研削及び研磨してSi単結晶の薄膜層を形成することにより製造される。

【0008】 しかし、このSOI基板は、その外周部に接合不良部分（以下「ボイド」という。）が発生しやすい。その対策として、SOI基板の外周部を機械的面取り加工で除去する方法はかえって周辺に加工傷を付けるおそれがある。そこで、別の解決策として、SOI基板のSi単結晶薄膜層の素子形成面とする部分のみをマスキングし、Si薄膜層の外周部の一定幅を強酸エッチング液処理により除去する方法がある。その際、ベースウエーハ側表面の酸化膜もエッチングされるので、結果として得られるSOI基板は、ベースウエーハの全表面又は一部表面にSi単結晶が露出する形状のものになる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】以来、SOI基板は半導体素子製品の分野でその用途を拡大しつつあるが、この型の基板の問題点は、ウエーハどうしの接着が必ずしも均一ではないことである。これにより、往々これより製造する半導体素子の製造時の歩留やその性能と信頼性に不安を生じること、2枚のウエーハを接着した後にさらに複雑多数の加工工程を必要とすることから高価なものになること等である。

【0010】また、素子形成用基板に関しては、これより半導体素子を製造する際、その製造歩留と品質に対し多大な影響を及ぼすパーティクル（微細粉塵）発生の無いことが条件となっている。すなわち、集積度1M（メガ）以上の素子製造において、有害とされるパーティクルの大きさは0.1～0.01μmの超微細レベルまで拡大されており、素子形成加工時においては、その形成面上に1個でも存在すれば問題とされるまでになっている。このためには、高度に設計管理されたクリーンルームを必要とするが、他方では素子形成用基板そのものが素子製造過程で発塵源とならないよう改良されなければならない。

【0011】また、SOI基板の最近の動向として、特に素子機能の高速化を図るために、ボンドウエーハ側の単結晶層厚さは数10μmから0.1μmに至る、極めて薄い層にすることが要求されており、このような薄膜に研磨してもなおかつ接合部が安定し、しかも素子製造時における損傷やパーティクル発生は少ないものでなければならない。

【0012】

【発明の目的】従って本発明は、上記課題の解決手段として、SOI基板におけるボイドが多いボンドウエーハ外周部を効率的に除去すると同時に、それ自体の発塵量が少なく、しかもそれを使用して素子を製造する工程において損傷や汚染の影響を受けることの少ない、実質的にSOS基板と同じ構成を有するSOI基板とその効率的な製造方法を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明は、2枚のウエーハのうちの一方を素子形成層の支持を目的とするベースウエーハ、他方は素子形成層となることを目的とするボンドウエーハとし、ベースウエーハのみ又はベースウエーハ及びボンドウエーハ双方の全表面に酸化膜を形成させた後、該ベースウエーハの鏡面側とボンドウエーハの鏡面側どうしを重ね合わせて加熱することにより接着せしめ、次にボンドウエーハの背面を研削及び研磨することにより薄膜化して得られるSOI構造を有する接合ウエーハ複数枚と、この接合ウエーハとほぼ同一形状の複数枚のスペーサとを、その主平面を対峙させながら交互に積層し、その両側より加圧固定した後、その周辺部のみをエッチング液中に浸漬しエッチングするにあたり、

前記エッチング液は強アルカリを主剤とし、かつ前記スペーサは耐アルカリ性の材料を使用し、該スペーサの形状は、ボンドウエーハの周辺の一定幅が露出するように、該ウエーハより幾分小さい形状の密着面を有するものを使用することにより、上記課題を解決したものである。

【0014】すなわち、本発明は、少なくともベースウエーハの全表面に酸化膜を形成させることを第1の要件とする。その理由として、ボンドウエーハ露出部の全表面を酸化膜で覆ったSOI基板は、以後の加工工程における発塵量を大幅に減少させるものであることが確認されたからである。

【0015】従って、本発明の第2の要件は、ベースウエーハに形成された酸化膜を、最終のSOI基板製品が完成されるまで残存させることである。従来、SOI基板に対する認識として、支持用基板表面には酸化膜は不要であり、むしろ酸化膜は素子加工時の発塵原因になるものとさえ見なされていた。従って、エッチングや洗浄工程では、酸化膜除去が容易な強酸を主剤とするエッチング液を使用し、その薬液構成や濃度範囲もSi単結晶よりその酸化膜に強く作用し、これを溶解除去する条件に設定し処理する場合が多かった。

【0016】これに対し、本発明に基づく強アルカリエッチング液は、酸化膜よりSi単結晶側に強く作用してこれを溶解する。なお、処理時の温度は50℃位の中温処理の方が効率的である。この条件に適應する装置用材料を検討した結果、フッ素樹脂が適切な材料であることが確認された。

【0017】本発明の第3の要件は、2枚のウエーハ接合体の外周部に多発するボイドを、そのボンドウエーハ外周部とともに、前記酸化膜を損傷させることなく効率的に除去し、SOI基板の製造歩留を向上させることである。

【0018】次に、上記発明の要件を満たすための具体的手段を説明する。まず、ウエーハに酸化膜を形成させる方法は、通常行われる湿式若しくは乾式の熱酸化法、又はCVD法によるもののいずれであってもよい。すなわち、湿式熱酸化法の場合、水蒸気を含む酸素の気流下1000℃前後の温度で、一方のベースウエーハのみを熱処理し、その全表面に0.1～10μmの酸化膜を形成させ、これと無処理のままのボンドウエーハの鏡面部どうしを重ね合わせて熱処理することにより、所定の接着力を有するウエーハ接合体が得られる。

【0019】なお、ベース及びボンド用ウエーハの双方に酸化膜を形成させた場合も、上記ベース側のみの時とほぼ同様の接着力を有するウエーハ接合体が得られる。この場合、接着熱処理工程の前後いずれかにおいてボンドウエーハの外周側面にある酸化膜を除去すれば本発明のアルカリエッチングの目的は完璧に達成されるが、前記側面の酸化膜が残されたままでも、以後の研削及び研磨によりボンドウエーハは薄膜化されるので、その相乗

効果によってアルカリエッチングの所定目的は達成される。

【0020】次に、ベースウエーハのみ、又はベースウエーハ及びボンドウエーハ双方の全表面に酸化膜を付した2枚のウエーハは、その鏡面部どうしをウエーハ形状に合せて精確に重ね合せ、その状態で不活性ガス（窒素、Aガス等）雰囲気中において1000℃前後の温度で1～2時間の熱処理を行うことにより強固に接着する。この場合、酸素を含む空気中での熱処理も可能であるが、当初ボンドウエーハ側に酸化膜形成が無い条件では、その表面上に新たな酸化膜を形成する。しかしこの場合も、先に述べたと同じ理由により、アルカリエッチングに対する障害は回避できる。

【0021】次に、この接合体のボンドウエーハ側背面を研削及び研磨により薄膜化し、Si単結晶の薄膜層を形成させる。すなわち、接合前の鏡面ウエーハ厚さは、その直径125～150mmのもので500～800μm位あり、従ってその厚さが15μm位になるまではサーフェイスグラインダーで研削除去し、その後所望の膜圧0.1～10μmになる迄は、通常の研磨法によりその表面を鏡面状に仕上げる。

【0022】この鏡面化したウエーハ接合体は、この段階で本発明のSOI基板の形式をなすものであるが（以下これを「SOI基板中間体」という。）、SOI基板製品としては、ボイドや接着力の不均一部分があつてはならないため、各基板についてこれらの検査を行う。

【0023】その検査は、X線透過法又は超音波探傷計を用いた方法により行われ、ここで僅かでもボイド等が存在すれば不合格品として製品から除外される。ところで、このボイド発生の頻度が高いのは接合体のボンドウエーハの外周部であるから、その部分のある幅で除去したものをSOI基板の規格製品とすれば、その製品としての歩留りを改善することができる。

【0024】次に、SOI基板のベースウエーハ表面の酸化膜には何の損傷も与えずに、ボンドウエーハ外周部のボイド不良部分のみを除去する手段としての、強アルカリエッチング液によるエッチング方法を説明する。図1は、エッチング液としてNaOH水溶液を使用する場合の、Si単結晶と同酸化膜とのエッチング速度比（ Si/SiO_2 ）の測定結果を示している。

【0025】同図で、例えば $Si/SiO_2 = 300$ は、 SiO_2 を1μmエッチングする時、Siは300μmエッチングされることを意味するので、原理的にはこの数字が高いほどSi単結晶は効率よくエッチング除去され、酸化膜は不溶のまま残されるという本発明の目的を達成する有利な条件となる。しかし、この速度比が開き過ぎると作業上の安定性が悪くなるので、その値は300～700の範囲が好ましく、この範囲に対応する40～60℃位の温度範囲が好適といえる。

【0026】また、図1において、NaOHの溶解度に

基づく溶液安定性や実用性を考慮すると、NaOH濃度の上限はおよそ50重量%以下となる。また、エッチング時におけるエッチング液の濃度的安定性を考慮すると、NaOH濃度は20重量%以上あることが望ましい。ただし、エッチングは、目的とするエッチング量に対する薬液濃度や処理温度と処理時間のバランスで選定されるから、その最適条件は必ずしも特定できない。

【0027】次に、上記エッチング条件のもとに、ボンドウエーハの外周部をエッチングする方法について説明する。図2は、本発明のアルカリエッチングで使用するスペーサ及びスタック治具の一例を示す側断面図である。スタック治具30内には、SOI基板中間体10とスペーサ20とが互い違いにセットされ、ボルト31によって圧接されている。スタック治具30は、SOI基板中間体10とスペーサ20との積層体（スタック）を固定するための治具であり、その材質はスペーサ20と同じフッ素樹脂かステンレス材で構成される。

【0028】図3は、互いに密着した状態のSOI基板中間体10及びスペーサ20の一部を拡大して示す側断面図である。SOI基板中間体10は、酸化膜11に覆われたベースウエーハ12の一面にボンドウエーハ13が接着されてなる。一方、スペーサ20は、台地状平坦部21を有し、この台地状平坦部21がボンドウエーハ13の中央部に圧接している。この場合、ボンドウエーハ13の外周部13aは露出しており、この部分がエッチング除去される。

【0029】上記のようにスペーサ20にセットした状態でSOI基板中間体10を強アルカリエッチング液に浸漬することにより、SOI基板中間体の周辺エッチングを行う。

【0030】ところで、上記のような効果がありながら、強アルカリエッチング法が一般的に採用されないのは、強アルカリに対し安定した材料が乏しいことや、エッチング速度が酸の場合に比べて緩慢であることや、安全上の配慮があつたためと思われる。

【0031】発明者等は、この点についても検討した結果、強アルカリ液によるエッチング速度の緩慢は本発明におけるむしろ有利な条件であること、各種の耐蝕性樹脂材料の中でフッ素樹脂が最も適切な材料であること、安全性についても従来のフッ硝酸の場合と実質的な差異は無いこと、等を確認した。

【0032】

【作用】従来法によるSOI基板は、通常ボンドウエーハの表面若しくはボンドウエーハ及びベースウエーハ双方の表面に酸化膜を形成させて両ウエーハを接合した後、ボンドウエーハ側背面を所定厚さになるまで研削及び研磨することによりSOI基板の中間体を得、次にSi単結晶薄膜層の素子形成面とする部分をマスキングし、ボイドを多発する前記Si薄膜層の外周部の一定幅を酸エッチングで除去して製造される。結果として得ら

れるSOI基板は、ベースウエーハの全表面又は一部表面においてSi単結晶が露出する形状のものであった。

【0033】これに対し本発明は、ベースウエーハの表面、若しくはベースウエーハ及びボンドウエーハ双方の表面に酸化膜を形成させて接合すること、及び前記SOI基板中間体のSi単結晶薄膜層の外周部を除去する手段として、このSOI基板中間体とスペーサを交互に積層して圧着固定し、その中間体のSi薄膜周辺部のみを強アルカリ液でエッチング除去することにより、SOS基板と類似構造を有するSOI基板の製造を可能にするものである。

【0034】本発明方法によるSOI基板は、素子形成加工時の発塵が従来品と比較し著しく改善されている。すなわち、このSOI基板に関して想定されるいくつかの加工工程でパーティクル発生原因を追跡した結果、その発生源は、同基板を構成するベースウエーハのSi単結晶の露出部分、若しくはSi単結晶と除去不完全のまま残された酸化膜とSi単結晶の境界部分にあることが判明したからである。

【0035】その理由として、Si単結晶は硬脆性物質の代表格であり、ちょっとした機械的衝撃によっても傷を受け、割れや欠けによる発塵を起こしやすいことや、エッチング除去が不完全なまま残された酸化膜とSi単結晶の境界部分はそれ自身が発塵しやすい不安定な状態にあるためと推定される。

【0036】これに対し、本発明において発塵が抑えられるのは、ベースウエーハの露出部全表面にほぼ均質な状態で被覆された酸化膜が、Si単結晶と比較してそれ自身強靱な硬さと機械的強度を有する保護膜的な作用を有し、機械的損傷を受けにくいと推定される。

【0037】次に、ボイドがウエーハ接合体の外周部で最も発生しやすい理由は、2枚のウエーハを重ね合せ、熱処理して接着させるに際し、ウエーハの熱的応力による変形の影響がその外周部に最も強く現れてボイド形成がなされるか、又はこのウエーハ接合体のボンドウエーハ側を研削や研磨する際に、その機械的剪断力が外周部に強く作用し、その部分の接合力を弱めるためであろうと推定される。

【0038】従って、本発明は、その不良部分を事前に除去することにより、素子形成加工時における基板周辺部の発塵を抑制し、素子の品質歩留りを向上させることができる。

【0039】

*【実施例】以下、本発明の実施例について詳細に説明する。

【0040】（実施例1）本発明の実施に適するスペーサ材料の試験を行った。

（1）試験方法

本発明の実施例の強アルカリ液によるエッチングに際し、適切なスペーサ用材料を選定するための試験を行った。試験は、厚さ0.62mmで直径125mmの通常のウエーハ5枚と、厚さ2.0mmで直径120mmの各種の樹脂シート5枚を交互に重ね合わせて積層し、図2に示すようなステンレス製のスタック治具で固定し、この状態でエッチング液に浸漬してエッチングを行った。エッチングは、ウエーハ表面より30μmの深さに達するまで行った。

【0041】細部の試験条件は次の通りである。

イ）試験に使用したウエーハ：結晶方位＝〈100〉

導電型＝p型、抵抗率＝1～2Ωcm

ロ）試験対象とした合成樹脂材：アクリル樹脂、塩化ビニル樹脂、ポリプロピレン樹脂、フッ素樹脂

ハ）エッチング処理の条件：NaOHの45重量%水溶液／45±2℃

【0042】（2）試験結果

上記条件のエッチング処理が終了した後、ウエーハを取り出して洗浄乾燥し、同ウエーハのスペーサが接触していた鏡面側につき、エッチング液による浸食状態を観察した。図4はその観察結果を示す。同図の横方向欄は試験対象とした合成樹脂材の名称、縦方向欄の1～5はウエーハの積層順位を示す。また、各ウエーハ観察図の左下の数字は浸食率（％）を示す。この「浸食率」は、「スペーサ円周長さ」に対する「浸食部長さ」の割合として定義され、以下の式で表される。

$$\text{浸食率（％）} = \text{浸食部長さ（mm）} / \text{スペーサ円周長さ（mm）} \times 100$$

ここで「浸食部長さ」は、ウエーハ鏡面のスペーサが接触していた部分のうち、外周部側より径の内方向で3mm幅の位置において浸食されている部分の外周に沿った長さとして測定した。

【0043】表1は、試験した樹脂の代表的な物性値の範囲、及び図4における浸食状態のバラツキが大きい両端の1、5番を除く2～4番ウエーハ3枚の浸食率の平均値を示している。

【表1】

*

| 材料名 | | アクリル (MMA) | 塩化ビニル (PVC) | ポリプロピレ ン (PP) | テフロン* (PTFE) |
|--------------------|-------------------------------|---------------|----------------|------------------|-----------------|
| 樹脂材料の 主要物性 値 | 使用限界温度 (℃) | 60~90 | 60~65 | 122~160 | 288 |
| | 圧縮強度 (kg/cm ²) | 773~1336 | 562~914 | 422~562 | 119 |
| | 引張強度 (kg/cm ²) | 492~773 | 352~633 | 302~387 | 141~317 |
| | 伸び (%) | 2~7 | 30~40 | 200~700 | 200~400 |
| 侵食率 (%) | | 87 | 86 | 20 | 2 |

*デュボン社の商標名

【0044】結果として、浸食率はフッ素樹脂スペーサの場合が他の樹脂材料に比べて際立って低くなっている。なお、この試験条件において、各樹脂のスペーサはいずれも外観上の特別な変化はみられなかった。従って、この浸食率の差は、スペーサと鏡面ウエーハの外周接触部におけるスペーサのマイクロ変形によるものか、樹脂の物性値に由来するものかは明らかではない。なお、本試験で使用したフッ素樹脂は、デュボン社製の4フッ化エチレン樹脂 (PTFE、登録商標名「テフロン」) である。

【0045】(実施例2) 従来より採用されている酸エッチング法を比較例とし、本発明の実施例のアルカリエッチング法の条件を選定した。

【0046】(1) エッチングの条件

イ) 従来法の酸エッチング条件

従来法の酸エッチングは、液組成が重量%で各々HF=8、HNO₃=84、H₂O=8とし、また処理温度は45±2℃とした。この条件におけるエッチング速度は、Si=34μm/分、SiO₂=0.68μm/分であり、両者のエッチング速度比 (Siエッチング速度/SiO₂エッチング速度) =約50である。

【0047】

ロ) 本発明の実施例のアルカリエッチング条件

本発明の実施例の強アルカリエッチング液はNaOH水溶液とし、その各種濃度と温度に対するエッチング速度比を測定し、図1の結果を得た。本発明の実施試験は、

同図に基づき、NaOH45重量%の水溶液の45±2℃の条件で行った。その時のエッチング速度はSi=0.118μm/分、SiO₂=0.00019μm/分で、エッチング速度比=約620となり、この両速度は図5のような比例関係にあることが確認された。

【0048】(2) 試験に供した接合ウエーハ CZ引上法によるSi単結晶からなり、結晶方位〈100〉、P型で抵抗率8~12Ωcmの規格を有する直径125mm、厚さ0.60mmのウエーハ32枚を準備した。

【0049】うち16枚をベース用ウエーハとし、その全表面に湿式熱酸化法により厚さが約1.2μmの酸化膜を形成させた。次に、このベースウエーハの鏡面側と、酸化膜を付さないボンド用ウエーハの鏡面どうしを外周面が一致するよう正確に重ね合せ、窒素雰囲気下の1200℃で約1時間熱処理し、2枚のウエーハの強固な接合体16組を得た。このウエーハ接合体のボンドウエーハ側を、サーフェイスグラインダで約15μmになるまで表面研削し、その後研磨を行い、Siの単結晶層の厚さが3.0μmの薄膜状であるSOI基板中間体を得た。

【0050】(3) 試験に使用したスペーサ

実施例1により選定されたPTFEの厚さ2mmで平面性の良好なシートにつき、前記SOI基板中間体と厚さ以外は同寸法形状であるが、同中間体のボンドウエーハ側と接する面が、その外周面より径内方向に2mmで厚

さ0.5mmの切欠(段落)を設けたもの22枚を作製し、これをスペーサとした。

【0051】(4) エッチング試験

エッチング試験は次の3条件で行った。

【0052】イ) 比較例1及び比較例2の方法

SOI基板中間体6枚について、そのボンドウエーハ側にその半径より2mm小さい径の塩化ビニル製粘着フィルムを貼付け、1枚単位で上記酸エッチング条件で1分間処理した後に洗浄乾燥したもの3枚を比較例1とし、同じように2分間処理したもの3枚を比較例2とした。

【0053】ロ) 比較例3の方法

SOI基板中間体5枚と上記スペーサ6枚について、積層体の両側にスペーサが位置するよう、1枚づつを交互に積層させ、実施例1で使用したスタック治具で両端を*

* 固定し、上記酸エッチング条件で2分間処理し、得られたSOI基板を取り出して洗浄乾燥した。その評価は、スタック治具側両端の各1枚を除く中央部のSOI基板3枚について行った。

【0054】ハ) 実施例2の方法

SOI基板中間体5枚と上記スペーサ6枚について、比較例3と同様の方法でスタック治具に固定したものを、上記本発明の実施例のアルカリエッチング条件で30分処理し、得られたSOI基板を洗浄乾燥後、比較例3の場合と同じく内側の3枚を本発明の実施例品として評価した。

【0055】(5) 試験結果

試験結果の要点を表2にまとめて示す。

【表2】

| 試験名 | SOI基板中間体の処理条件 | | | | SOI基板製品の外観(結果) | | | |
|-------|---------------|------|--------|-------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------|
| | *1 | 処理方式 | エッチング液 | 処理時間分 | Si薄膜の外周部*2 | 面取部(側面) | ベース基板の背面 | 本発明品としての合否判定 |
| 比較例 1 | 1 | 単枚 | フッ硝酸 | 1 | 完全除去異常なし | SiO ₂ 膜は残存 | Si層が一部で露出 | 不合格 |
| | 2 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | Si層が一部で露出 | 〃 | 不合格 |
| | 3 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | SiO ₂ 膜は残存 | SiO ₂ 膜は残存 | 合格 |
| 比較例 2 | 1 | 単枚 | フッ硝酸 | 2 | 薄膜下のSiO ₂ 侵食 | SiO ₂ 膜は溶解 | SiO ₂ 膜を完全溶解 | 不合格 |
| | 2 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 不合格 |
| | 3 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 不合格 |
| 比較例 3 | 1 | 積層 | フッ硝酸 | 2 | 完全除去異常なし | Si層が一部で露出 | SiO ₂ 膜の損傷なし | 不合格 |
| | 2 | 〃 | 〃 | 〃 | 薄膜下のSiO ₂ 侵食 | 〃 | 〃 | 不合格 |
| | 3 | 〃 | 〃 | 〃 | 完全除去異常なし | SiO ₂ 膜は残存 | 〃 | 合格 |
| 実施例 2 | 1 | 積層 | NaOH | 30 | 完全除去異常なし | SiO ₂ 膜の損傷なし | SiO ₂ 膜の損傷なし | 合格 |
| | 2 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 合格 |
| | 3 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 合格 |

*1: は便宜状のサンプル番号である

*2: 「完全除去異常なし」はSi単結晶層周辺部の除去が完全で、下地のベースウエーハ酸化膜に何んの損傷も無かった状態である

なお、比較例3で使用した5枚の中間体の酸エッチングによる合格品は1枚であったが、実施例2の5枚の中間体のアルカリエッチングでは5枚の全数が合格品となった。

【0056】表2で示されるように、エッチング速度差の関係から、従来法における酸エッチング法は、本発明の実施例のアルカリエッチング法に比べ、エッチング時

間が非常に短い。このことは、生産効率面で一見有利にとれるが、高価なSiウエーハを原料とし、 μm レベルのSi単結晶薄膜層や同酸化膜の厚さを精密に制御しなければならぬ本発明のSOI基板の製造にあつては、秒単位のエッチング管理が必要となり、その操作を一步誤れば同製品の歩留りに重大な影響を及ぼすので、決して有利な方法とはいえず、アルカリエッチングの方が作

業性に優れているといえる。また、エッチング速度比の関係においても、アルカリエッチング法が本発明のSOI基板の製造に有利に作用していることも明らかである。

【0057】（実施例3）ベースウエーハ及びボンドウエーハの双方について、約 $1.2\mu\text{m}$ の酸化膜を付す以外は、全て実施例2の場合と同じ方法でSOI基板中間体5枚を製造し、エッチング液をNaOH水溶液からKOH水溶液に替えた以外は実施例2と同様のアルカリエッチング条件でエッチング処理を行い、SOI基板に加工した。これらは5枚の全数が製品として合格した。

【0058】（実施例4）実施例2及び実施例3で製造された各種条件のSOI基板について、次の方法により発塵の試験を行った。

【0059】（1）試験方法

発塵試験を行うSOI基板は、雰囲気的清浄度がクラス10以上のクリーンベンチ内で、ウエーハの仕上げ洗浄*

*と同条件方法で十分に洗浄された後に乾燥させる。このSOI基板3枚単位を、発塵測定専用に設計された石英製リブ付きバスケット内に装填し、これを清浄にされた測定専用の石英容器に収納して密閉後、加振装置にセットし、SOI基板面に対し左右方向3.0mmの振幅で2.7Hz（160回振動/分）で20分間振動させる。この条件により基板側面が受ける衝撃回数は約6500回である。

【0060】その後、超高純度水（ 1.1×10^6 個/リットル）2リットルを容器内に加え、さらに同条件で5分間振動を加えた後、その水中のパーティクルを液中パーティクルカウンタ（神鋼ファウドラ製：LPC10）で測定した。この測定器は、パーティクルに関し、最低 $0.07\mu\text{m}$ 粒径までの測定が可能である。

【0061】（2）測定結果

測定結果は表3の通りである。

【表3】

| 試験名 | 容器レベル (個/2リットル) | SOI基板1枚当りのレベル(個/枚) |
|------|--------------------|---------------------|
| 比較例1 | 14.3×10^6 | 328.5×10^6 |
| 比較例2 | 18.8×10^6 | 501.8×10^6 |
| 比較例3 | 17.5×10^6 | 184.5×10^6 |
| 実施例2 | 15.6×10^6 | 41.6×10^6 |
| 実施例3 | 18.2×10^6 | 23.1×10^6 |

表中の測定値で、「容器レベル」は、純水2リットルだけを空バスケットを収納した容器に入れ、5分間加振した後の液中のパーティクル数を示し、「SOI基板1枚当たりのレベル」は、上記方法でSOI基板を処理した後の水中パーティクル数の測定値より「容器レベル」値を差し引いて3で除した値である。表3の結果から、本発明の支持基板上に酸化膜が残されたSOI基板は、発塵量が少ないことは明らかである。

【0062】

【発明の効果】上記実施例から、全表面が酸化膜で覆われたウエーハを支持基板（ベースウエーハ）とし、その

上にSi単結晶の薄膜層を設けたSOSと類似構造のSOI基板は、従来のSi単結晶が露出した支持基板の場合に比べ、半導体素子製造時の諸工程におけるパーティクルの発生が少なく、素子製造の歩留りを向上させる。また、上記SOI基板は、素子形成加工をする際のハンドリングを容易にし、基板全体の不純物による汚染を抑えることができる。さらに、上記SOI基板は、これより素子形成面上にSi単結晶やSi多結晶の層を成長させる際、ベース側ウエーハ表面の不要部分にこれらが異常成長して発塵源となることを防止する。また、予め素子形成面となるSi単結晶薄膜層の外周部を除去するこ

とにより、ウエーハ接合体の接合強度は安定し、同形状のものをSOI基板製品とすることにより、同製品の歩留りと品質安定性は向上する。

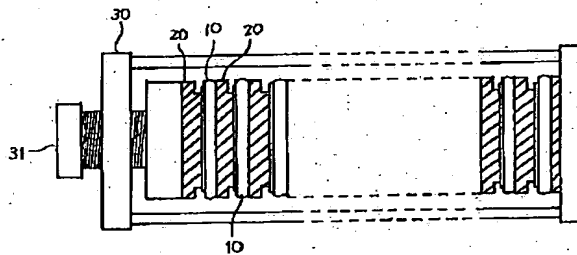
【0063】また、上記実施例で示した接合ウエーハ外周部をエッチング除去する加工方法は、マスキングテープの貼付けや剥離、及び単枚エッチング処理の手間を省いて本発明製品の製造を容易にする。しかも、アルカリエッチング方法に使用したNaOHやKOHは、従来の酸エッチングに使用のフッ酸や硝酸等比べて非常に安価であり、その排水処理も容易である等、様々な効果を有するものである。

【0064】以上説明した通り、本発明は、SOI基板におけるボイドが多いボンドウエーハ外周部を効率的に除去すると同時に、それ自体の発塵量が少なく、しかもそれを使用して素子を製造する工程において損傷や汚染の影響を受けることの少ない、実質的にSOS基板と同じ構成を有するSOI基板とその効率的な製造方法を提供することができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】エッチング比に対する本発明のNaOH濃度の*20

【図2】



*影響を示す図である。

【図2】本発明の方法で使用するスペーサ及びスタック治具の一例を示す側断面図である。

【図3】互いに密着した状態のSOI基板中間体10及びスペーサ20の一部を拡大して示す側断面図である。

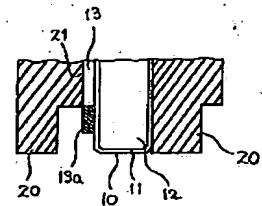
【図4】本発明の方法で用いるスペーサを種々の材質で作製した場合の周辺エッチングの浸食の度合いを示す図である。

【図5】本発明の方法で用いるエッチング液のSiとSiO₂とのエッチング速度の比を示す図である。

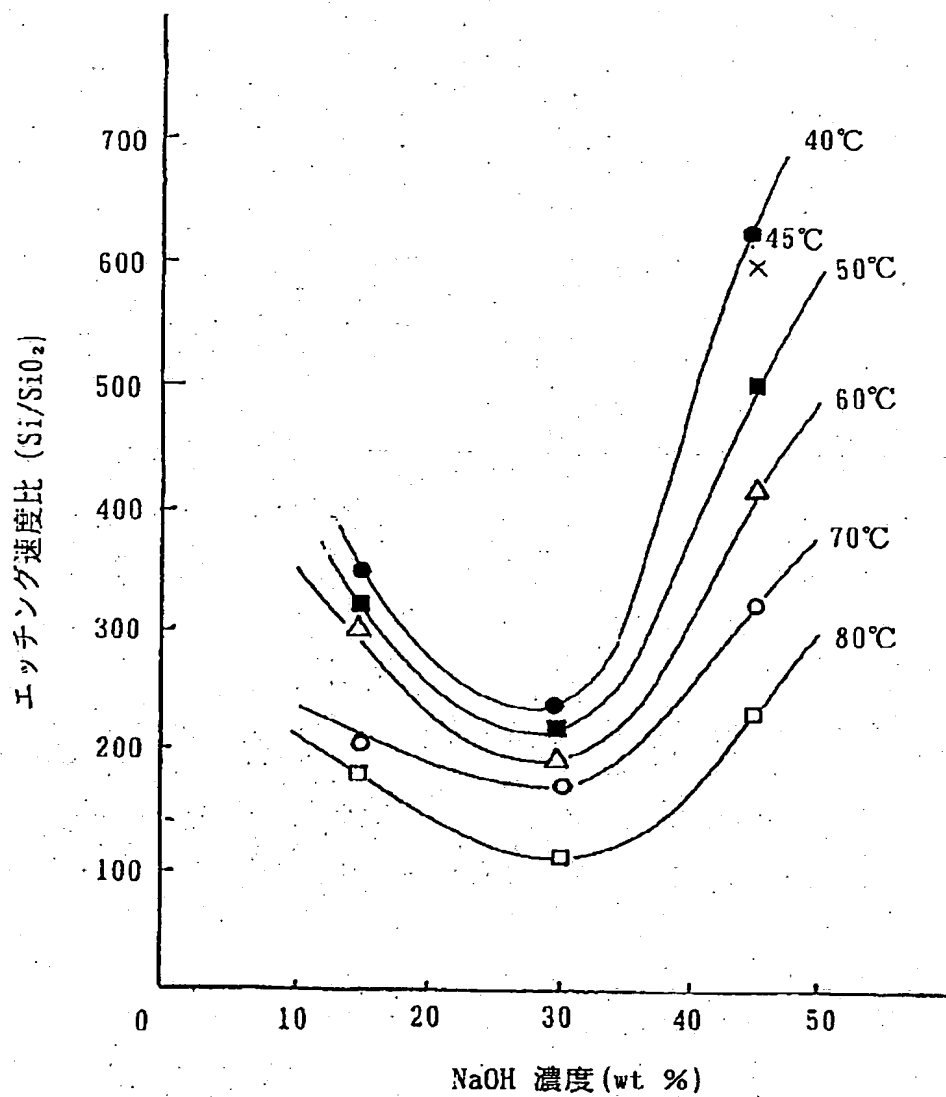
【符合の説明】

- 10 SOI基板中間体
- 11 酸化膜
- 12 ベースウエーハ
- 13 ボンドウエーハ
- 13a ボンドウエーハの周辺部
- 20 スペーサ
- 21 台地状平坦部
- 30 スタック治具
- 31 ボルト



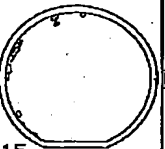
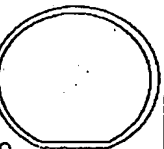

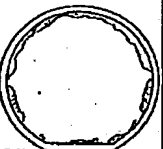
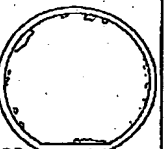
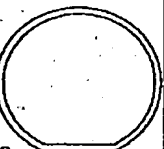

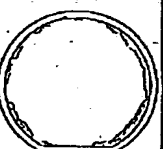
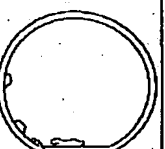
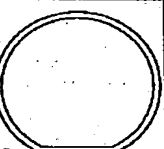

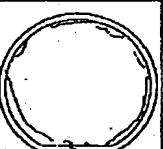
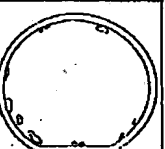

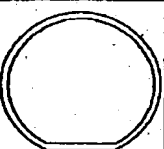
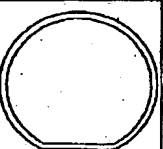
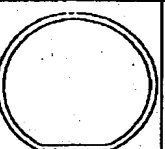
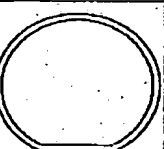
【図3】



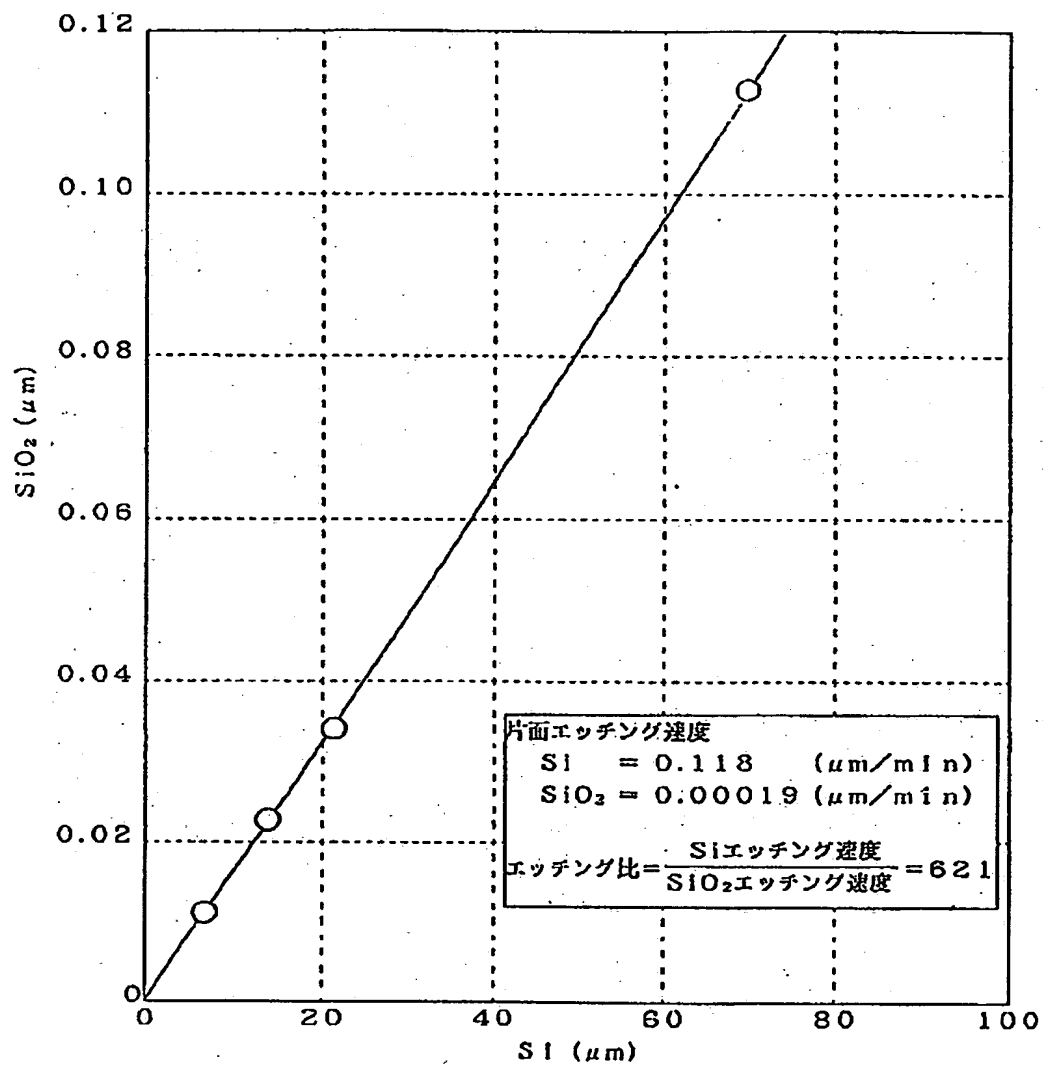
【図1】



【図4】

| | アクリル | 塩ビ | P. P. | フッ素樹脂 |
|---|--|---|--|--|
| 1 |  25% |  12 |  15 |  0 |
| 2 |  92 |  83 |  29 |  0 |
| 3 |  74 |  90 |  15 |  0 |
| 4 |  94 |  86 |  17 |  5 |
| 5 |  |  |  |  |

【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 内山 敦雄
長野県更埴市大字屋代1393番地 長野電子
工業株式会社内